

01 P 02297



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 34 933 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F02 M 61/18

BS

②1 Aktenzeichen: 196 34 933.8  
②2 Anmeldetag: 29. 8. 96  
④3 Offenlegungstag: 5. 3. 98

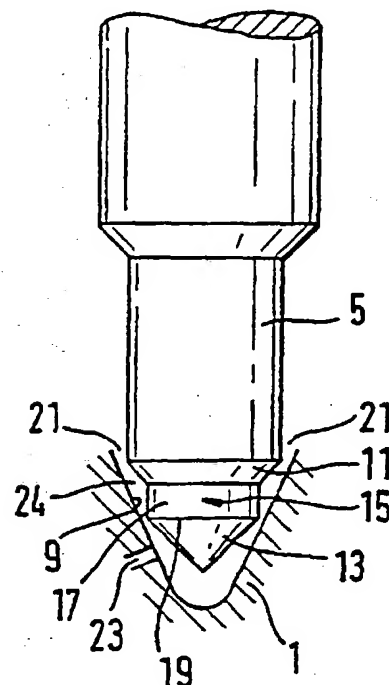
DE 196 34 933 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

⑤4 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

⑤7 Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem in einer Bohrung eines Ventilkörpers (1) axial verschiebbaren Ventiltglied (5), das an seinem dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Ende eine konische Ventildichtfläche aufweist, mit der es mit einer konischen Ventilsitzfläche (9) am brennraumseitigen geschlossenen Ende der Bohrung des Ventilkörpers (1) zusammenwirkt, wobei die konische Ventildichtfläche am Ventiltglied (5) in zwei unterschiedliche Kegelwinkel aufweisende Bereiche geteilt ist, an deren Übergang eine Ventildichtkante (19) gebildet ist, sowie mit wenigstens einer Einspritzöffnung (23) in dem sich stromabwärts an die Dichtkante (19) anschließenden Bereich der Ventilsitzfläche (9). Um dabei den Dichtsitz genauer fertigen zu können, ist zwischen den jeweils einen unterschiedlichen Kegelwinkel aufweisenden Ventildichtflächenbereichen (11, 13) ein Absatz (15) am Ventiltglied (5) vorgesehen.



DE 196 34 933 A 1

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einem derartigen, aus der US-PS 5,351,398 bekannten Kraftstoffeinspritzventil ist ein kolbenförmiges Ventiltglied axial verschiebbar in einer Bohrung eines Ventilkörpers geführt. Das Ventiltglied weist dabei an seinem brennraumseitigen Ende eine konische Ventildichtfläche auf, mit der es mit einer konischen Ventilsitzfläche am Ventilkörper zusammenwirkt, die am nach innen kragenden Ende der geschlossenen Ventilbohrung gebildet ist. Dabei ist die Ventildichtfläche am Ventiltglied in zwei Bereiche mit unterschiedlichen Kegelwinkeln unterteilt, wobei an der Übergangskante zwischen den beiden Ventildichtflächenbereichen eine umlaufende Dichtkante gebildet ist, die dichtend an der Ventilsitzfläche anliegt und so einen stromaufwärts angrenzenden Druckraum bei geschlossenem Einspritzventil abdichtet. Stromabwärts von dieser Dichtkante ist wenigstens eine in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine mündende Einspritzöffnung in der Wand des Ventilkörpers vorgesehen, die von der Ventilsitzfläche abführt.

Dabei weist das bekannte Kraftstoffeinspritzventil der "Lochdüsen-Bauart" herstellungsbedingt den Nachteil auf, daß die Dichtkante häufig Toleranzabweichungen und Lageabweichungen aufweist, die neben einem ungenauen Schließen auch verschiedenen große Druckangriffsflächen an der Ventildichtfläche bilden, so daß die einzelnen Einspritzventile mit unterschiedlichen Hubgeschwindigkeiten öffnen.

Dabei wirken sich diese relativ großen Toleranzabweichungen an der Dichtkante bei mit einem gemeinsamen Hochdrucksammelraum (Common Rail) arbeitenden Einspritzsystemen besonders stark aus, da die Sitzdurchmessertoleranz dort vollständig mit in die Toleranzkette der Einspritzmenge eingeht.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Dichtkante am Ventiltglied sehr genau herstellbar und somit nur mit einer sehr kleinen Toleranz behaftet ist, was sich vorteilhaft auf die Zumeßgenauigkeit der Einspritzmenge auswirkt. Dies wird dabei in konstruktiv einfacher Weise durch das Vorsehen eines Absatzes erreicht, durch den die beiden Ventildichtflächenbereiche mit unterschiedlichem Neigungswinkel voneinander getrennt sind.

Dieser Absatz kann dabei alternativ zylindrisch, gekrümmt oder als Kombination von beidem ausgebildet sein. Die axiale Erstreckung des Absatzes ist so ausgebildet, daß der durch den Absatz und den sich anschließenden Dämpfungskegel gebildete Dämpfungsraum trotz der minimalen Toleranz am Sitzdurchmesser erhalten bleibt.

Die Dichtkante kann dabei am unteren, brennraumseitigen oder am oberen Ende des Absatzes vorgesehen werden.

Die Herstellung eines derartig ausgebildeten Ventiltgliedes erfolgt in vorteilhafter Weise durch das nachträgliche Abschleifen der Ventildichtfläche auf das ent-

sprechende Maß, bei dem ein Teil des axialen Absatzes mit abgetragen wird.

Besonders vorteilhaft wirkt sich die Verringerung der Sitzdurchmessertoleranz bei der Verwendung des Einspritzventils an Common Rail Einspritzsystemen aus, deren Zumeßgenauigkeit dadurch verbessert werden kann. Dies wird insbesondere an Einspritzventilen notwendig, bei denen die Schließkraft über eine Druckstange auf das Ventiltglied übertragen wird, die an ihrer ventiltgliedabgewandten Stirnseite in einen hydraulischen Arbeitsraum begrenzt, der über ein Steuerventil mit dem Hochdruckspeicherraum des Common Rail oder einem Entlastungsraum verbindbar ist, wobei an den in Öffnungsrichtung am Ventiltglied wirkenden Druckräumen ständig der Common Rail-Hochdruck ansteht.

Da dabei bei geschlossenem Einspritzventil ein quasistatisches Gleichgewicht zwischen den in Öffnungsrichtung wirkenden Angriffsflächen des Ventiltgliedes und der in Schließrichtung wirkenden Stirnfläche der Druckstange gebildet ist, gehen mögliche Toleranzen an den nach Öffnungsbeginn wirksam werdenden Sitzflächen am Ventiltglied vollständig in die Kraftbilanz des Systems ein und können den Öffnungshubverlauf wesentlich beeinflussen. Eine derartige negative Beeinflussung kann durch die erfindungsgemäß mögliche präzise Fertigung der Dichtkante am Ventiltglied verhindert werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

#### Zeichnung

Sechs Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen sind in der Zeichnung dargestellt und in der folgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen die Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils in einem Längsschnitt, bei dem die Ventildichtflächenbereiche durch einen zylindrischen Steg voneinander getrennt sind, die Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt des Ventilsitzbereiches der Fig. 1, die Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels, bei dem der Übergangsbereich zwischen den Ventildichtflächenabschnitten angeschrägt und zylindrisch verläuft, die Fig. 4 ein drittes vereinfacht dargestelltes Ausführungsbeispiel, bei dem der Übergang über einen Ringabsatz und einen zylindrischen Teil erfolgt, die Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel in vereinfachter Darstellung, bei dem der Übergang mit einem großen Radius gekrümmt erfolgt, die Fig. 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel, bei dem die Übergangsfläche als Kombination von Krümmung und Zylinder ausgebildet ist, die Fig. 7 ein sechstes Ausführungsbeispiel, bei dem die mit der Sitzfläche zusammenwirkende Dichtkante am oberen Ende des Übergangabsatzes angeordnet ist und die Fig. 8 eine Darstellung der Herstellung des Ventiltgliedes gemäß den Fig. 1 und 2.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in der Fig. 1 dargestellte Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen weist einen zylindrischen Ventilkörper 1 auf, der mit seinem freien unteren Ende in einen nicht näher gezeigten Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Im Ventilkörper 1 ist eine axiale Sackbohrung 3 vorgesehen, in der ein kol-

benförmiges Ventiltglied 5 axial verschiebbar geführt ist. Das Ventiltglied 5 weist an seinem unteren, brennraumnahen Ende eine konische Ventildichtfläche 7 auf, mit der es zur Steuerung eines Einspritzquerschnittes mit einer konischen Ventilsitzfläche 9 am brennraumseitigen Ende des Ventilkörpers 1 zusammenwirkt, die am nach innen kragenden geschlossenen Ende der Bohrung 3 gebildet ist.

Dabei ist wie auch der Fig. 2 in einem vergrößerten Ausschnitt aus der Fig. 1 entnehmbar, die Ventildichtfläche 7 in einen oberen Bereich 11 und einen unteren Bereich 13 geteilt, die verschiedene Konuswinkel aufweisen und die durch einen Absatz 15 voneinander getrennt sind, der im ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 als zylinderförmiger Steg 17 ausgebildet ist. Dabei ist am Übergang zwischen dem als zylindrischer Steg 17 ausgebildeten Absatz 15 und dem unteren Bereich 13 der Ventildichtfläche 7 eine umlaufende Dichtkante 19 gebildet, die mit der Ventilsitzfläche 9 zusammenwirkt und einen in Strömungsrichtung oberhalb der Dichtkante 19 zwischen Ventiltglied 5 und Bohrung 3 gebildeten Druckraum 21 abdichtet. In Strömungsrichtung des Kraftstoffes unterhalb der Dichtkante 19 ist wenigstens eine Einspritzöffnung 23 im Ventilkörper 1 vorgesehen, die von der Ventilsitzfläche 9 ausgehend in den Brennraum der Brennkraftmaschine mündet. Zwischen der Dichtkante 19 und dem oberen Ende des oberen Bereiches 11 der Ventildichtfläche 7 ist zwischen dem Ventiltglied 5 und der Ventilsitzfläche 9 ein Raum gebildet, der während der Schließbewegung des Ventiltgliedes 5 als Dämpfungsraum 24 wirkt, wobei die axiale Länge des Absatzes 15 so ausgelegt ist, daß die Dämpfungswirkung trotz möglichst geringer axialer Erstreckung erhalten bleibt. Für eine möglichst gute Dämpfungswirkung weist dabei die obere Begrenzungskante des oberen Bereiches 11 bzw. des Dämpfungsraumes 24 einen möglichst geringen Abstand zur Wand der Ventilsitzfläche 9 auf.

Die Dämpfungswirkung, die ein Absenken der Nadelschließkraft zur Folge hat, wird dabei durch den Aufbau eines Druckpolsters im Raum 24 erreicht, das sich dort bei der hohen Schließhubgeschwindigkeit des Ventiltgliedes 5 (Ventilnadel) aufbaut, wobei der Engspalt zwischen Ventiltglied 5 und Ventilsitzfläche 9 als Drosselstelle wirkt.

An seinem dem Ventilsitz 9 abgewandten Ende ragt das Ventiltglied 5 über ein Druckstück 25 in einen Federraum 27, in den eine das Ventiltglied 5 in Schließrichtung zum Ventilsitz 9 hin beaufschlagende Ventulfeder 29 eingesetzt ist, die über das Druckstück 25 am Ventiltglied 5 angreift und sich andererseits in nicht näher gezeigter Weise an einem gehäusefesten Anschlag abstützt. Diese Ventulfeder 29 übernimmt dabei die Schließfunktion des Ventiltgliedes 5 bei drucklosem System.

Die Kraftstoffhochdruckzufuhr an den Ventilsitz 9 erfolgt über eine das Einspritzventil axial durchdringende Druckleitung 31, die in den Druckraum 21 mündet und an die eine Einspritzleitung 33 angeschlossen ist, die von einem für mehrere Einspritzventile gemeinsamen Hochdrucksammelraum (Common Rail) 35 abführt, wobei der in Öffnungsrichtung auf das Ventiltglied 5 wirkende Druckraum 21 ständig mit dem Common Rail Hochdruck beaufschlagt ist.

Der Hochdrucksammelraum 35 wird dabei mittels einer Hochdruckpumpe 39 kontinuierlich über eine Förderleitung 41 mit Kraftstoff hohen Drucks aus einem Vorrastank 43 befüllt.

Zur Übertragung der Schließkraft auf das Ventiltglied

5 ist dieses an seinem dem Ventilsitz 9 abgewandten Ende axial mit einer den Federraum 27 durchdringenden Druckstange 51 gekoppelt, die mit ihrer ventiltgliedabgewandten Stirnfläche 53 in einen hydraulischen Arbeitsraum 55 ragt. Dieser Arbeitsraum 55 ist über eine Steuerleitung 57 mit der Einspritzleitung 33 verbunden, wobei die Kraftstoffhochdruckzufuhr in den Arbeitsraum 55 über ein in die Steuerleitung 57 eingesetztes Steuerventil 37, vorzugsweise ein Magnetventil steuerbar ist. Die Druckentlastung des Arbeitsraumes 55 zur Einleitung der Ventiltgliedöffnungshubbewegung erfolgt dabei über eine nicht dargestellte Drosselstelle in einen Entlastungsraum, kann aber alternativ auch über ein als 3/2 Wegeventil ausgebildetes Steuerventil 37 erfolgen.

Dabei kommen der präzisen Ausbildung der in Öffnungsrichtung am Ventiltglied 5 wirkenden Druckangriffsflächen und der Stirnfläche 53 an der Druckstange 51 eine hohe Bedeutung zu, da diese den Öffnungszeitpunkt und Öffnungsverlauf des Ventiltgliedes 5 wesentlich beeinflussen.

Die in den Fig. 3 bis 7 vereinfacht dargestellten Ausführungsbeispiele 2 bis 6 unterscheiden sich zum in der Fig. 2 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel lediglich durch die Ausbildung des Absatzes 15 und die Anordnung der Dichtkante 19, so daß deren Beschreibung auf diese Einzelheiten beschränkt ist.

Dabei ist der Absatz 15 beim zweiten in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel in einen untenliegenden zylinderförmigen Steg 17 und eine obenliegende Anschragung 45 unterteilt, die unter Bildung einer den Dämpfungsraum 24 begrenzenden Kante in den oberen Dichtflächenbereich 11 übergeht. Die Dichtkante 19 ist am unteren brennraumseitigen Ende des Absatzes 15 bzw. des Stegbereiches 17 gebildet.

Beim in der Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils ist der Übergang vom den Absatz 15 bildenden zylindrischen Ringsteg 17 zum oberen Bereich 11 der Ventildichtfläche 7 als Ringschulter 47 ausgebildet, wodurch der Dämpfungsraum 24 vergrößert werden kann. Die Dichtkante 19 ist erneut am unteren Ende des Steges 17, an dessen Übergang zum unteren Bereich 13 der Ventildichtfläche 7 vorgesehen.

Die Fig. 5 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel, bei dem der Absatz 15 zwischen dem oberen Bereich 11 und dem unteren Bereich 13 der Ventildichtfläche 7 des Ventiltgliedes 5 mit einem großen Radius 49 in Richtung Ventiltgliedachse einwärts gewölbt ausgebildet ist. Die Dichtkante 19 ist am unteren Ende des gewölbten Absatzes 49, am Übergang zum unteren Dichtflächenbereich 13 angeordnet.

Das in der Fig. 6 dargestellte fünfte Ausführungsbeispiel ist eine Kombination der Fig. 2 und 5, wobei der Absatz 15 nunmehr in seinem oberen Bereich durch eine vom oberen Dichtflächenbereich 11 ausgehende gewölbte Fläche 49 gebildet ist, der im unteren Bereich in einen zylindrischen Abschnitt 17 übergeht, der sich bis an den unteren, brennraumnahen Dichtflächenbereich 13 erstreckt. Die Dichtkante 19 ist dabei am unteren Ende des Absatzes 15, am Übergang zwischen dem zylindrischen Steg 17 und dem Dichtflächenbereich 13 angeordnet.

Beim sechsten in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Absatz 15 analog zur Fig. 5 als gewölbte Fläche 49 mit einem großen Radius ausgebildet. Die Dichtkante 19 ist nunmehr jedoch am oberen Ende des Absatzes 15, am Übergang zwischen der gewölbten Fläche 49 und dem oberen Dichtflächenbereich

11 angeordnet. Dabei ist die Winkeldifferenz zwischen der Ventilsitzfläche 9 und dem Dichtflächenbereich 11 am Ventilglied 5 jedoch noch ausreichend groß um einen wirksamen Dämpfungsraum 24 zu bilden.

Die Fig. 8 zeigt eine Herstellungsmöglichkeit des in der Fig. 2 gezeigten ersten Ausführungsbeispiels des Kraftstoffeinspritzventils. Dabei wird das Ventilglied 5 zunächst mit einem relativ langen zylindrischen Steg 17 und einem Übermaß am unteren Dichtflächenbereich 13 vorgeformt. Im Anschluß wird dann die untere Dichtfläche 13 auf das Fertigmaß abgeschliffen, wobei zugleich der zylindrische Steg 17 gekürzt wird, so daß sich die entstehende Dichtkante 19 sehr genau fertigen läßt.

Mit dem erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen ist es somit in konstruktiv einfacher Weise möglich, den Dichtsitz am Ventil bis auf etwa 3 µm genau zu fertigen, ohne dabei auf den Dämpfungsraum verzichten zu müssen, was die Zumeßgenauigkeit am Einspritzventil erheblich verbessert. Dabei ist die erfindungsgemäße Ausbildung eines Absatzes zwischen zwei Dichtflächenbereichen am Ventilglied an Einspritzventilen der Sackloch- und der Sitzlochdüsenbauart möglich.

#### Patentansprüche.

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem in einer Bohrung (3) eines Ventilkörpers (1) axial verschiebbaren Ventilglied (5), das an seinem dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Ende eine konische Ventildichtfläche (7) aufweist, mit der es mit einer konischen Ventilsitzfläche (9) am brennraumseitigen geschlossenen Ende der Bohrung (3) des Ventilkörpers (1) zusammenwirkt, wobei die konische Ventildichtfläche (7) am Ventilglied (5) in zwei unterschiedliche Kegelwinkel aufweisende Bereiche geteilt ist, an deren Übergang eine Ventildichtkante (19) gebildet ist, sowie mit wenigstens einer Einspritzöffnung (23) in dem sich stromabwärts an die Dichtkante (19) anschließenden Bereich der Ventilsitzfläche (9), dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den jeweils einen unterschiedlichen Kegelwinkel aufweisenden Ventildichtflächenbereichen (11, 13) ein Absatz (15) am Ventilglied (5) vorgesehen ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absatz (15) als zylindrischer Ringsteg (17) ausgebildet ist (Fig. 3, 4, 6).
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absatz (15) als einwärts gewölbte Fläche (49) ausgebildet ist (Fig. 7).
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absatz (15) zunächst als gewölbte Fläche (49) ausgebildet ist und sich dann in Strömungsrichtung folgend über einen zylindrischen Abschnitt (17) fortsetzt (Fig. 6).
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtkante (19) stromabwärts am unteren Ende des Absatzes (15) an dessen Übergang zum unteren Ventildichtflächenbereich (13) angeordnet ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtkante (19) stromaufwärts am oberen Ende des Absatzes (15) an dessen Übergang zum oberen Ventildichtflächenbereich (11) angeordnet ist.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (5) mit

seiner Mantelfläche zwischen der Dichtkante (19) und einer den oberen Dichtflächenbereich (11) begrenzenden Übergangskante zum zylindrischen Schaft des Ventilgliedes (5), einen Dämpfungsraum (24) im Ventilsitzkegel (9) des Ventilkörpers (1) begrenzt.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzventil über eine Einspritzleitung (33) mit einem Hochdrucksammelraum (35) verbunden ist, von dem sämtliche Einspritzleitungen (33) der einzelnen Einspritzventile abführen und der von einer Hochdruckpumpe (39) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff befüllt wird.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (5) in Schließrichtung von einer Druckstange (51) beaufschlagt wird, deren ventilgliedabgewandte Stirnfläche (53) in einen Arbeitsraum (55) ragt, der über eine zusteuerbare Steuerleitung (57) mit dem Hochdrucksammelraum (35) verbindbar ist.

10. Verfahren zum Herstellen eines Kraftstoffeinspritzventils nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (5) zunächst mit einem Übermaß am unteren Ventildichtflächenbereich (13) und mit einem axial langen Absatz (15) gefertigt wird und daß anschließend das Übermaß am unteren Ventildichtflächenbereich (13) unter Abtragung und Verkürzung des Absatzes (15) auf das gewünschte Maß abgeschliffen wird (Fig. 8).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

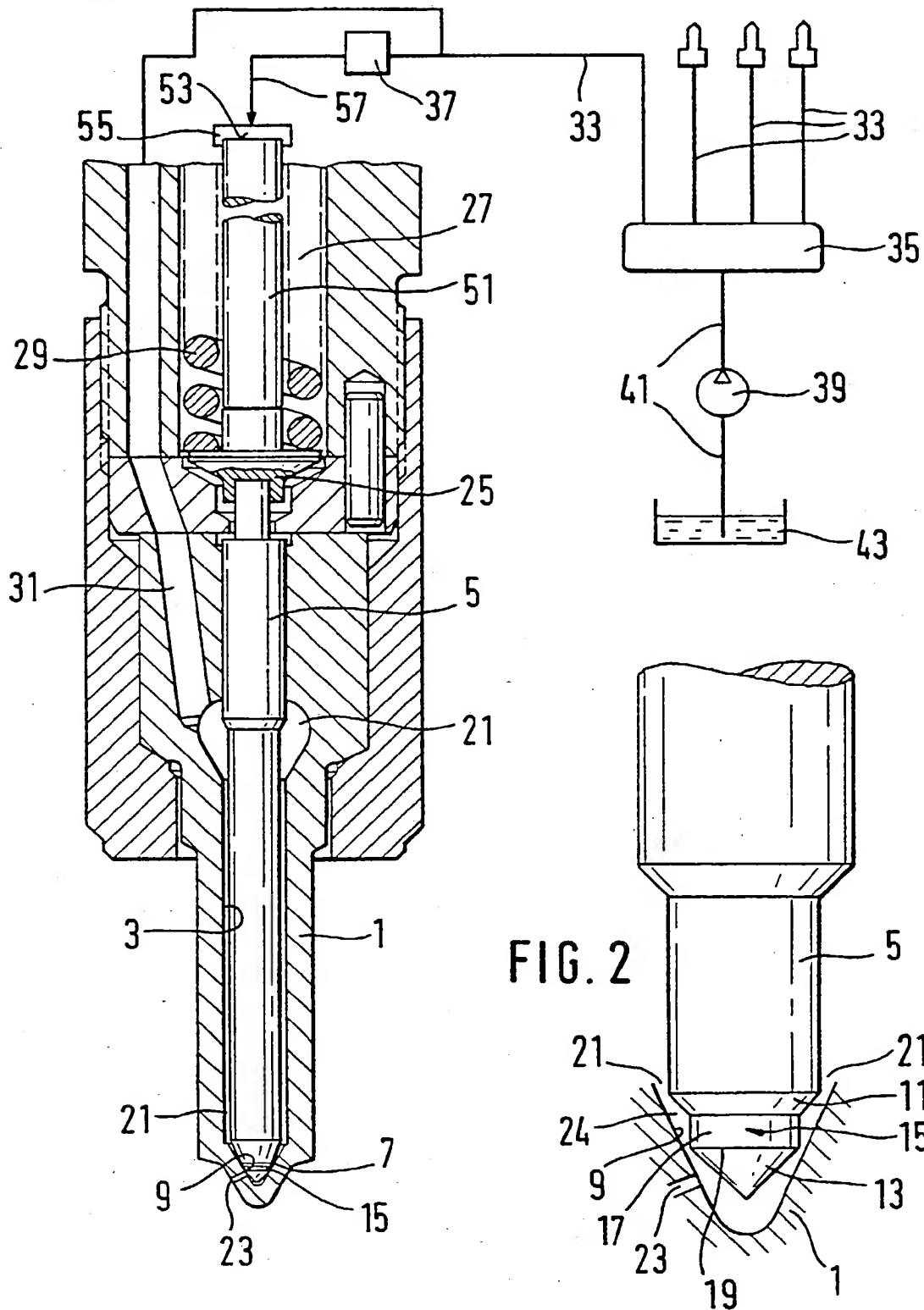


FIG. 3

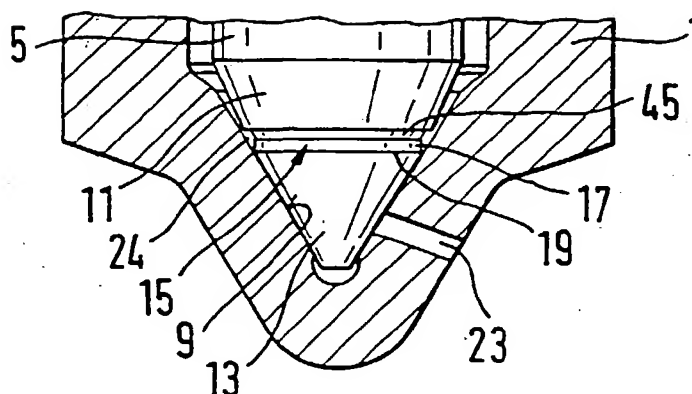


FIG. 4

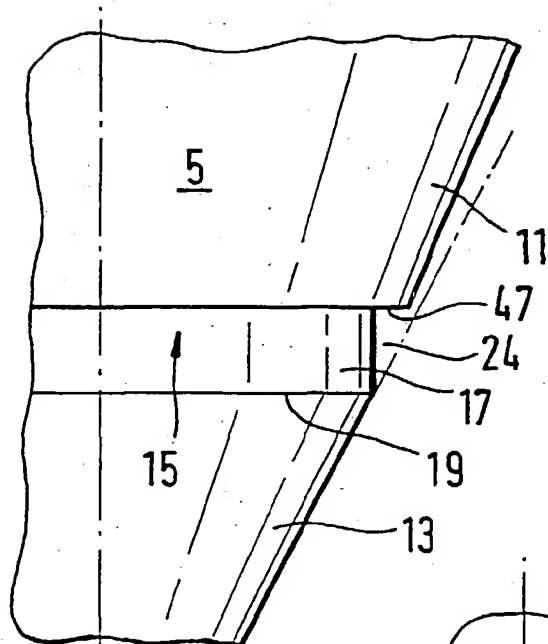


FIG. 5

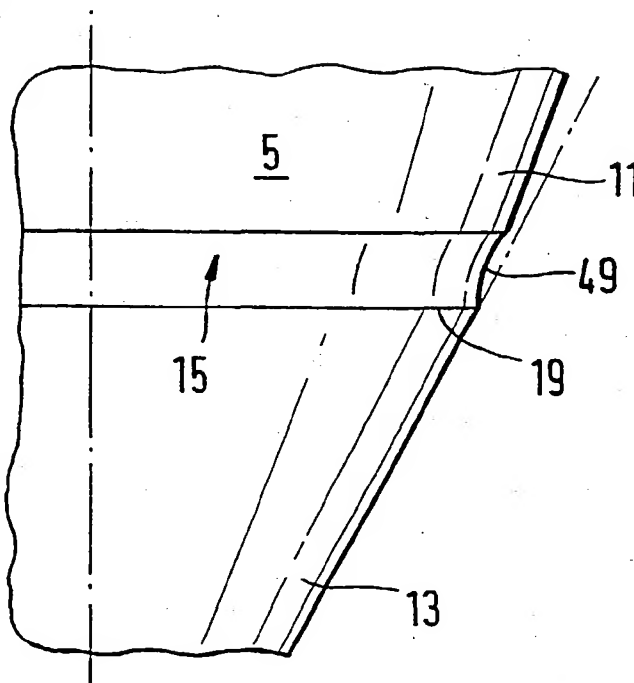


FIG. 6

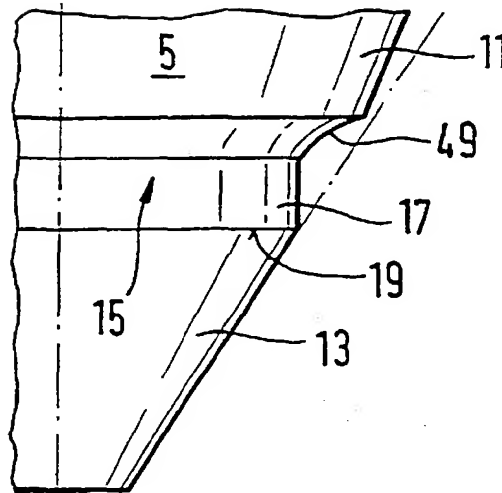


FIG. 7

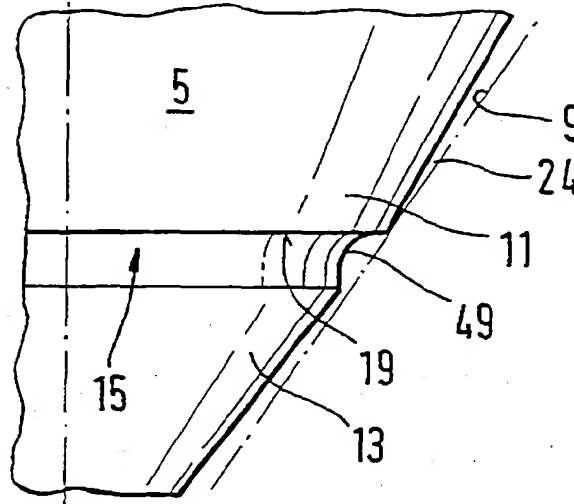


FIG. 8

